

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektrotechniky

**Rekonstrukce elektrické instalace a osvětlení provozní budovy  
VTK**

**Reconstruction of electrical installation and lighting system in  
service building VTK**

# Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Číž**

Studijní program: B2648 Projektování elektrických zařízení

Téma: **Rekonstrukce elektrické instalace a osvětlení provozní budovy VTK**  
**Reconstruction of electrical installation and lighting system in service building VTK**

Zásady pro vypracování:

Cíl: Cílem je seznámení se studenta s problematikou původní elektrické instalace a osvětlení provozní budovy firmy, provedení analýzy stavu a návrhu její rekonstrukce. Součástí práce bude zpracování technické a výkresové dokumentace. Práce bude prováděna v prostorách a dle zadání firmy OSTAZ s. r. o.

Obsah práce:

1. Teoretické požadavky pro návrh rekonstrukce elektrické instalace včetně osvětlení (normativní požadavky na elektroinstalaci, požadavky na světelné zdroje, požadavky na svítidla, řízení osvětlení).
2. Rozbor stávajícího stavu elektrické instalace.
3. Návrh osvětlovací soustavy.
4. Návrh instalace osvětlení a zásuvkových obvodů 230V/ 16A a 400 V/ 32A, v síti TN-S 400/230 V AC 50 Hz.
5. Návrh motorových přívodů pro připojení 3 ks obráběcích strojů o příkonu 3 x15 kW, TN-S, 3L+PE, AC 400V-50 Hz, včetně rozvaděče a hlavního přívodu z rozvodny a jištění v rozvodně.
6. Zpracování výkresové a technické dokumentace.
7. Ekonomická rozvaha včetně vyhodnocení potenciálu úspor spojeného se stmíváním osvětlovací soustavy.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Plch, J.: Světelná technika v praxi. IN-EL spol. s.r.o., Praha 1999,
- [2] Habel, J.: Světelná technika a osvětlování. FCC Public, Praha 1995,
- [3] Sborníky z Kurzů osvětlovací techniky, Sborníky VŠB-TU
- [4] Normy ČSN

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Novák, Ph.D.**

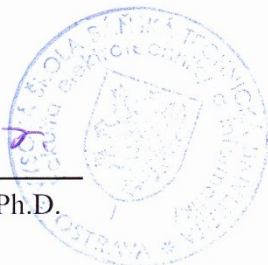
Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2013



---

doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



---

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
*děkan fakulty*

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Tomáši Novákovi, Ph.D. za odbornou pomoc, věcné připomínky a rady při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Vladimíru Kubikovi, který mi věnoval svůj volný čas, za ochotu a odbornou pomoc při vypracování této práce. Dále panu Bc. Janu Kavkovi z firmy Modus, za vstřícnou pomoc při navrhování svítidel. A nakonec všem, kteří mě při mé práci povzbuzovali a podporovali.

## **Prohlášení studenta**

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě dne 3. května 2013

Martin Číž



## **Prohlášení zástupce spolupracující právnické osoby**

„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava.“

V Ostravě dne 3. května 2013

Podpis a razítko firmy

**OSTAZ**® CO: 268 51 288  
DIČ: CZ26851288  
OSTAZ s.r.o. ⓘ  
Zelená 63/23, 736 01 Havířov - Životice  
tel/fax: 598 461 851, mobil: 603 449 255

## **Abstrakt**

V této práci se zabývám umělým a denním osvětlením haly a její elektroinstalace. Mým úkolem je změřit stávající osvětlení haly, a zhodnotit stávající stav elektroinstalace a navrhnout její rekonstrukci. Navrhnout nové osvětlení, které bude splňovat normy, a bude taky ekonomicky výhodné pro zadavatele.

## **Klíčová slova**

Světelné zdroje, svítidla, zářivky, elektronický předřadník, výpočet osvětlení, stmívání DALI, elektroinstalace.

## **Abstract**

In this work I deal with the artificial and a daylight of the industrial hall and its wiring. My task is to measure the existing hall lighting, and assess the current condition of the wiring and propose its reconstruction. Propose new lighting that will meet the standards and will also cost effective for the client.

## **Keywords**

Light source, luminaire, fluorescent lamp, electronic ballasts, lighting calculations, dimming DALI, wiring.

## Seznam použitých zkratk

$E$ [lx]	-	osvětlenost
$h$ [m]	-	výška zavěšení světelného zdroje
$l$ [m]	-	vzdálenost světelného zdroje od plochy
$P$ [W]	-	výkon
$r$ [-]	-	rovnoměrnost osvětlení
$R_a$ [-]	-	index podání barev
$T_C$ [K]	-	teplota chromatičnosti
$U_{GR}$ [-]	-	činitel oslnění maximálně
$\beta$	-	úhel, který svírá dopadající paprsek s normálou plochy
$I_\gamma$ [cd]	-	svítivost
$\eta_{sv}$ [-]	-	účinnost svítidla
$\Phi_{sv}$ [lm]	-	světelný tok svítidla
$\Phi_Z$ [lm]	-	světelný tok všech zdrojů světla ve svítidle

## Obsah

Úvod .....	9
A. Rozbor svítidel, světelných zdrojů a jejich umístění .....	11
1. Světelné zdroje .....	11
1.1. Stávající světelné zdroje .....	11
1.1.1. Klasické žárovky .....	11
1.1.2. Halogenové žárovky .....	13
1.1.3. Vysokotlaké rtuťové výbojky .....	14
1.2. Navrhované světelné zdroje a jejich řízení .....	16
1.2.1. Lineární zářivky .....	16
1.2.2. Elektronický předřadník .....	19
1.2.3. Řízení osvětlení pomocí DALI BASIC .....	20
2. Svítidla .....	22
2.1. Stávající svítidla, použité pro osvětlení haly .....	23
2.1.1. Žárovkové svítidlo .....	23
2.1.2. Výbojkové svítidlo .....	24
2.1.3. Halogenové svítidlo .....	24
2.2. Navrhované svítidla, použité pro osvětlení haly .....	25
3. Výpočtová metoda .....	26
3.1. Bodová metoda .....	26
B. Rozbor stávajícího stavu elektrické instalace .....	29
1. Vstupní informace .....	29
2. Stávající stav elektroinstalace .....	29
3. Stávající stav osvětlení .....	32
1. Výchozí normy .....	32
2. Světelná část .....	32
2.1. Výpočet osvětlení pomocí zářivek .....	33
2.2. Energetické vyhodnocení osvětlení .....	37
D. Návrh nové elektroinstalace .....	39
1. Celkové náklady na novou elektroinstalaci .....	40
E. Závěr .....	41
Seznam použité literatury .....	43
Seznam příloh .....	44



## Úvod

Světlo patří k důležitým faktorům, díky kterým je člověk schopen vnímat okolí kolem sebe. A proto je třeba brát velký zřetel na návrh osvětlení, neboť světlo slouží k přenosu a získávání informací. Pokud je přiměřeně k těmto informacím navržena osvětlovací soustava, tak nebude docházet k zpoždění, k jejich zkreslování a zbytečnému namáhání k jejich získání.

Takže pokud chceme, aby lidé vykonávali své úkoly přesně a účinně, musíme jim navrhnout kvalitní osvětlení.

V kapitole A jsem popsal svítidla a světelné zdroje obecně, popsal jsem světelné zdroje a svítidla, které jsou aktuálně použity v hale VTK. A dále jsem popsal světelné zdroje a svítidla, které navrhuji. Následuje stručný popis řízení osvětlení pomocí DALI. A popis výpočtové bodové metody. Cílem této kapitoly je seznámit čtenáře o problematice souvisejícím s výběrem světelného zdroje a svítidla.

V kapitole B popisují stávající stav elektroinstalace a osvětlení. Tato kapitola slouží k získání informací, které vedou k rekonstrukci elektroinstalace a osvětlení.

V kapitole C uvádím požadavky norem k osvětlení vnitřních pracovních prostor, navrhuji celkové osvětlení haly a to i s řízením. Dále uvádím ekonomické porovnání původní a navrhované osvětlovací soustavy a taky porovnání nové instalace bez stmívání a se stmíváním. Cílem této kapitoly je dokázat výhodnost mnou navržené osvětlovací soustavy.

V kapitole D popisují návrh nové elektroinstalace, popis jejích funkcí a celkové náklady na realizování, které jsem rozdělil do tří částí.

## Teoretická část

## A. Rozbor svítidel, světelných zdrojů a jejich umístění:

### 1. Světelné zdroje:

#### *Světelný zdroj obecně:*

Zdroj elektromagnetického záření, které jsme schopni okem vidět. Viditelné světlo vyzařuje ve vlnových délkách 380 – 770 nm.

Přírodní světelný zdroj je například slunce, blesk a podobně.

Umělý zdroj světla je zařízení, které přeměňuje určité energie na světlo. [1]

#### *Požadavky na světelný zdroj použitý pro osvětlení haly:*

Index podání barev  $R_a \geq 80$  (dle normy ČSN EN 12 464 – 1 v prostorech s trvalým pobytem osob, tj. delší než 4 hodiny za směnu, musí být podání barev minimálně 80).

co nejvyšší:

- měrný výkon (lm/W)
- světelný tok (lm)
- život (h) a stabilita světelného toku během života

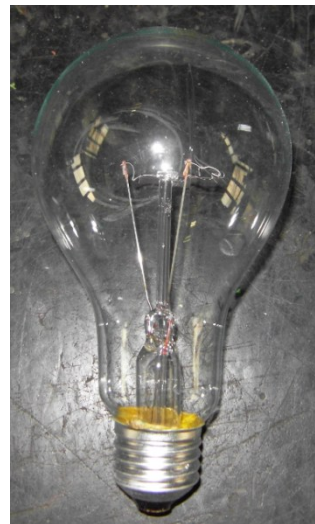
### 1.1. Stávající světelné zdroje, použité pro osvětlení haly:

#### 1.1.1. Klasické žárovky

Žárovky fungují na principu zahřívání wolframového vlákna. Proud procházející wolframovým vláknem, způsobí jeho rozžhavení, což vede ke vzniku světla a hlavně tepla (až 95% dodané energie se mění na teplo). V hale je konkrétně použita 200W žárovka. [1]

#### *Výhody:*

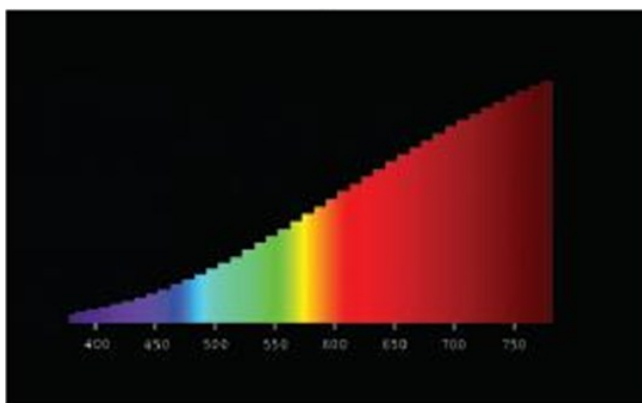
- jednoduchá konstrukce, malé rozměry a hmotnost
- nízká cena
- spojitě spektrum vyzařovaného světla,  $R_a = 100$
- okamžitý start, svícení bez blikání, možnost stmívání
- netřeba předřadných přístrojů
- široký rozsah napětí a výkonů
- jednoduchá výměna a likvidace vyhořelých žárovek



obr. 1.1.1 200W žárovka

### Nevýhody:

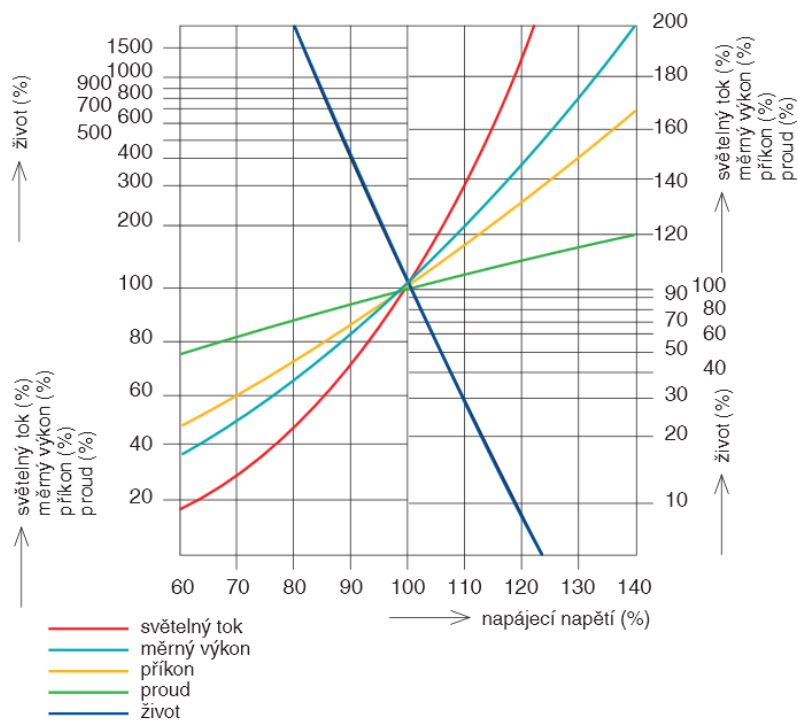
- malý měrný výkon 15 lm/W
- malá životnost 1000 h
- velký pokles světelného toku během života žárovky 20-25%
- výrazná závislost na napájecím napětí (změna o 1%, vyvolá změnu měrného výkonu o 3,6%)



obr. 1.1.2 konstrukce žárovky

obr. 1.1.3 spektrum žárovky,  $T_c = 2700K$  (teple bílá)

obr. 1.1.4 Závislost zákl. parametrů na napájecím napětí



### 1.1.2. Halogenové žárovky

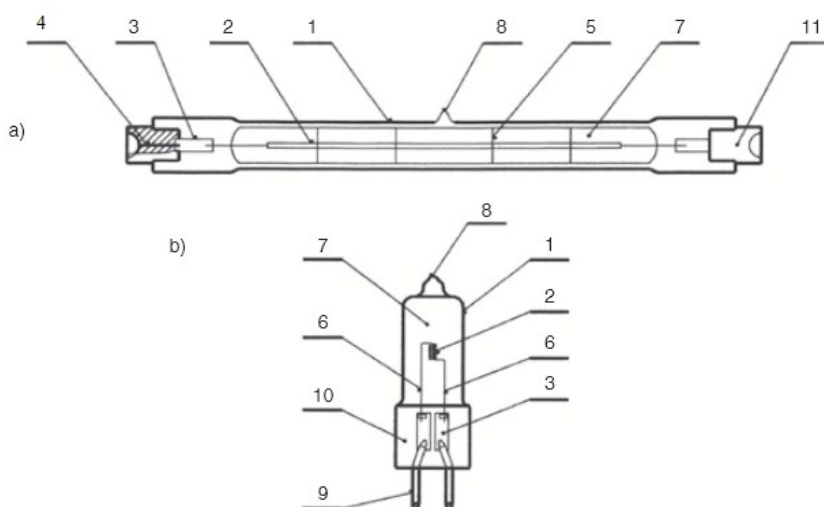
Jsou to žárovky plněné plynem s příměsí halogenů. Ten zabraňuje usazování wolframu na baňce, zvyšuje stabilitu světelného toku a dobu života. V hale je konkrétně použita 500W a 1000W žárovka. [1]

#### **Výhody:**

- spojité spektrum vyzařovaného světla jako u žárovky,  $R_a = 100$
- okamžitý start, svícení bez blikání
- netřeba předřadných přístrojů
- lepší stabilita světelného toku během života (maximální pokles o 5% z počáteční hodnoty)

#### **Nevýhody:**

- malý měrný výkon 24 lm/W
- malá životnost 2000 h
- výrazná závislost na napájecím napětí

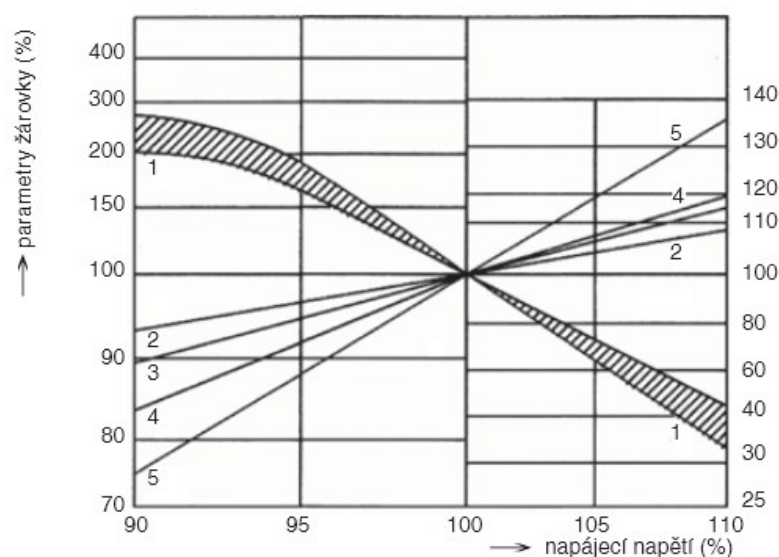


**obr. 1.1.5 konstrukce halogenové žárovky:**

1 – baňka, 2 – wolframové vlákno, 3 – molybdenová fólie, 4 – molybdenový přívod, 5 – podpěrka, 6 – konečky vlákna, 7 – plynná náplň, 8 – odpalek čerpací trubičky, 9 – kolík. 10 – stisk, 11 – keramická patice



**obr. 1.1.6 500W halogenová žárovka**



**obr. 1.1.7 Závislost zákl. parametrů na napájecím napětí**

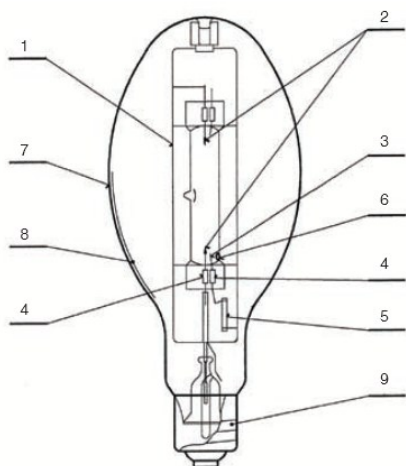
1 – život, 2 – proud, 3 – měrný výkon, 4 – příkon, 5 – světelný tok

### 1.1.3. Vysokotlaké rtuťové výbojky

Hlavní část světla zde vzniká obloukovým výbojem v parách rtuti při tlaku 100 kPa ve výbojové trubici z křemenného skla. Část světla vzniká také ve vrstvě luminoforu vybuzeného ultrafialovým zářením výboje. V hale jsou použity 400W výbojky.

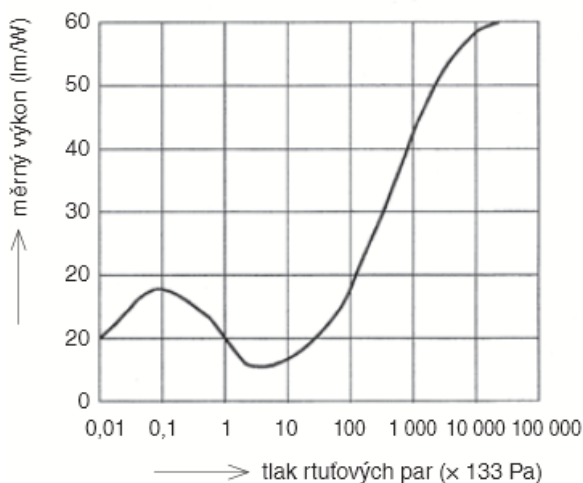
#### **Konstrukce výbojky:**

Hořák je zhotoven z křemenného skla, do kterého jsou zataveny hlavní wolframové elektrody. Na vakuově těsný zátav elektrod je využita molybdenová fólie. Elektroda je pokryta emisní hmotou na bázi oxidu barya, stroncia a vápníku s dalšími přísadami (např. práškový wolfram). Do hořáku se dávkuje přesné množství rtuti a argon o tlaku kolem 20kPa. Argon usnadňuje zapálení výboje a zabráňuje zvýšenému odpařování emisní hmoty. [1]



**Obr. 1.1.8 Konstrukce vysokotlaké rtuťové výbojky**

1 – nosný rámeček, 2 – hlavní elektrody, 3 – pomocná hlavní elektroda, 4 – molybdenová fólie, 5 – rezistor, 6 – rtuť, 7 – vnější baňka, 8 – vrstva luminoforu, 9 – patice.



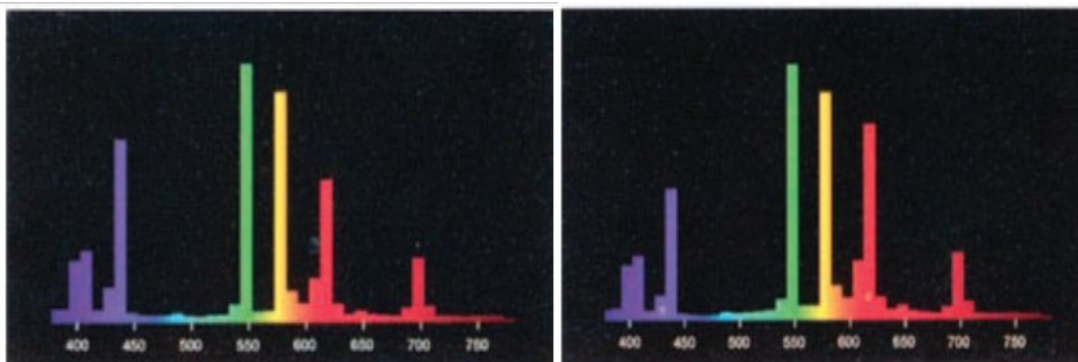
**obr. 1.1.9 Závislost měrného výkonu na tlaku**



**obr. 1.1.10 400W výbojka**

**Princip činnosti:**

Po připojení napětí dojde k výboji mezi pomocnou a nejbližší hlavní elektrodou (tento výboj je stabilizovaný rezistorem). Pomocný výboj usnadňuje rozvinutí výboje mezi hlavními elektrodami. Při vybuzení par rtuti, je vzniklé UV záření transformováno pomocí luminoforu na viditelné světlo. Vyzařuje ve spektru v modro-zelené části. Červená složka zcela chybí (toto se dá vyřešit pomocí ortofosfátového luminoforu, který doplní spektrum v červené části spektra). [1]



**obr. 1.1.11 vybrané spektra vysokotlakých rtuťových výbojek**

**Výhody:**

- nízký pokles světelného toku během života
- životnost 12 000 – 15 000 hodin
- měrný výkon 50 – 80 lm / W
- malý vliv okolní teploty na parametry výbojky
- nízká cena

**Nevýhody:**

- špatné podání barev  $R_a = 60$
- znovu-zapálení výboje až po vychladnutí
- nelze stmívat
- pomalejší start (3-5 minut)

## 1.2. Navrhované světelné zdroje, použité pro osvětlení haly:

### 1.2.1. Lineární zářivky

Zářivky jsou nízkotlaké rtuťové výbojky, které vyzařují hlavně v oblasti ultrafialového záření. Toto se transformuje ve viditelné záření pomocí luminoforu. V projektu jsou použité 36x80W zářivky OSRAM FQ80 W840 HO CONSTANT(katalogový list v příloze I).

**Princip činnosti:**

Ve skleněné trubici mezi elektrodami vznikne výboj, který vybudí páry rtuti, které vyzařují ultrafialové záření. Díky luminoforu se stává toto záření viditelné. [4]

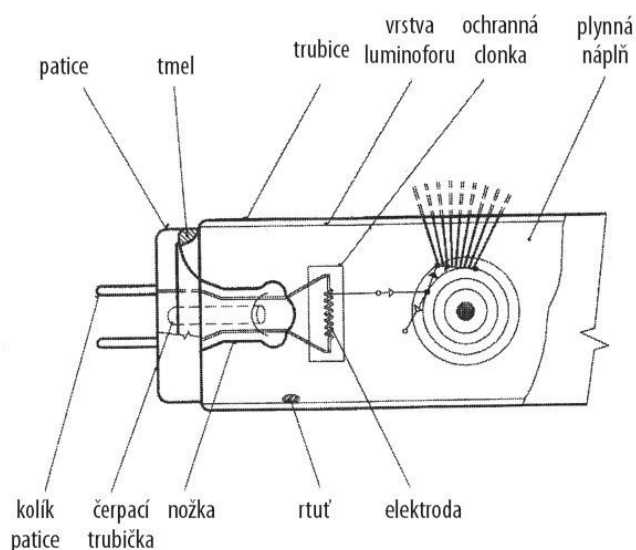
**Konstrukce zářivky:**

Trubice je vyrobena z měkkého sodno-vápenatého skla, u kterého je nanese na vnitřní straně vrstva luminoforu.

Elektrody jsou tvořeny wolframovými spirálami.

Plynná náplň je většinou argon nebo směs argonu s kryptonem, ten snižuje zápalné napětí výboje a zabraňuje rychlému rozšíření emisní hmoty z katody (obvykle na bázi uhlíčitanů barya a vápníku). [4]

Množství rtuti 3mg



obr. 1.2.1 konstrukce zářivky



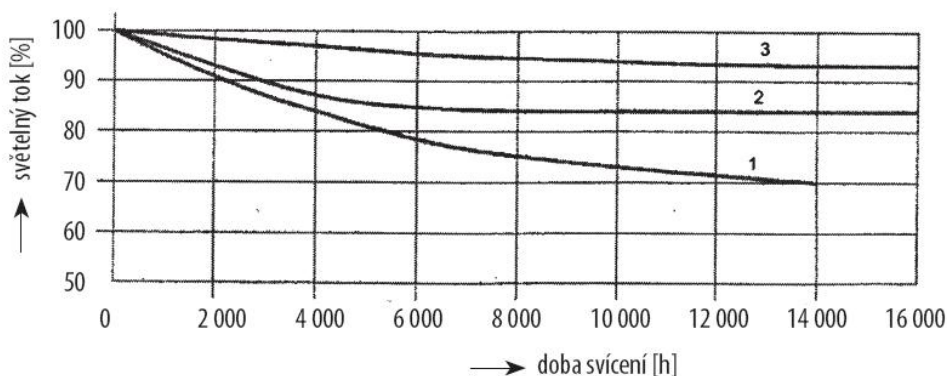
Ekonomicky jsou velmi výhodné. Protože mají měrný výkon převyšující  $104 \text{ lm.W}^{-1}$ . Velmi dobrý index podání barev  $R_a = 80-90$ . Doba života s elektronickým předřadníkem se pohybuje okolo 24 000h. [4]

**Výhody:**

- můžou se stmívat (což vede k dalším energetickým úsporám)
- velmi dobré podání barev až  $R_a=98$
- velký měrný výkon  $104 \text{ lm.W}^{-1}$
- nízké náklady na provoz a údržbu
- životnost až 24 000h

**Nevýhody:**

- pomalejší start (dosahují jmenovité hodnoty světelného toku až po cca 2 minutách provozu)
- nutno použít předřadné přístroje (Elektronický předřadník nebo zapalovač, kondenzátor, tlumivku)
- velký počet kusů pro osvětlení
- závislost na okolní teplotě

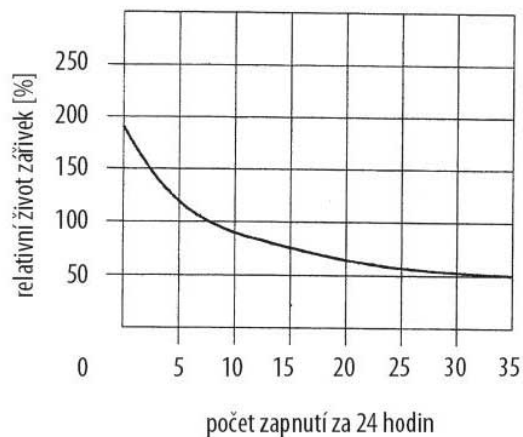


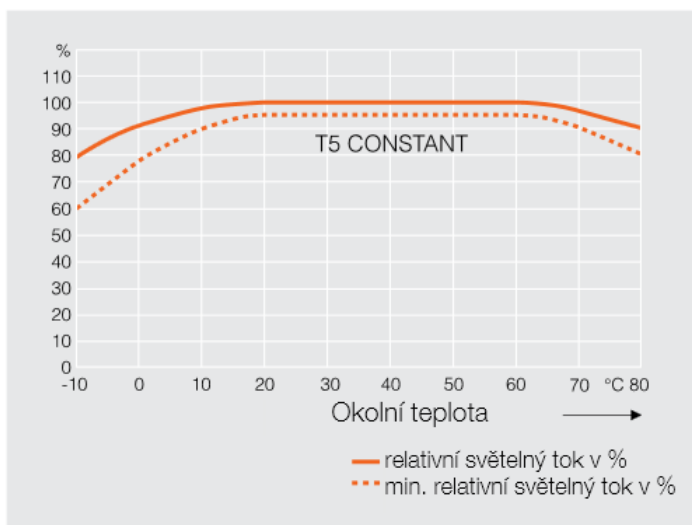
**obr. 1.2.2 pokles světelného toku během svícení**

1 – standardní zářivky, 2 – zářivky s třípásmovými luminofory, 3 – zářivky s menším množstvím rtuti a ochrannou vrstvou

**obr. 1.2.3 závislost života na počtu zapnutí**

Z grafu je patrné, že životnost zářivky při častém spínání, rapidně klesá.

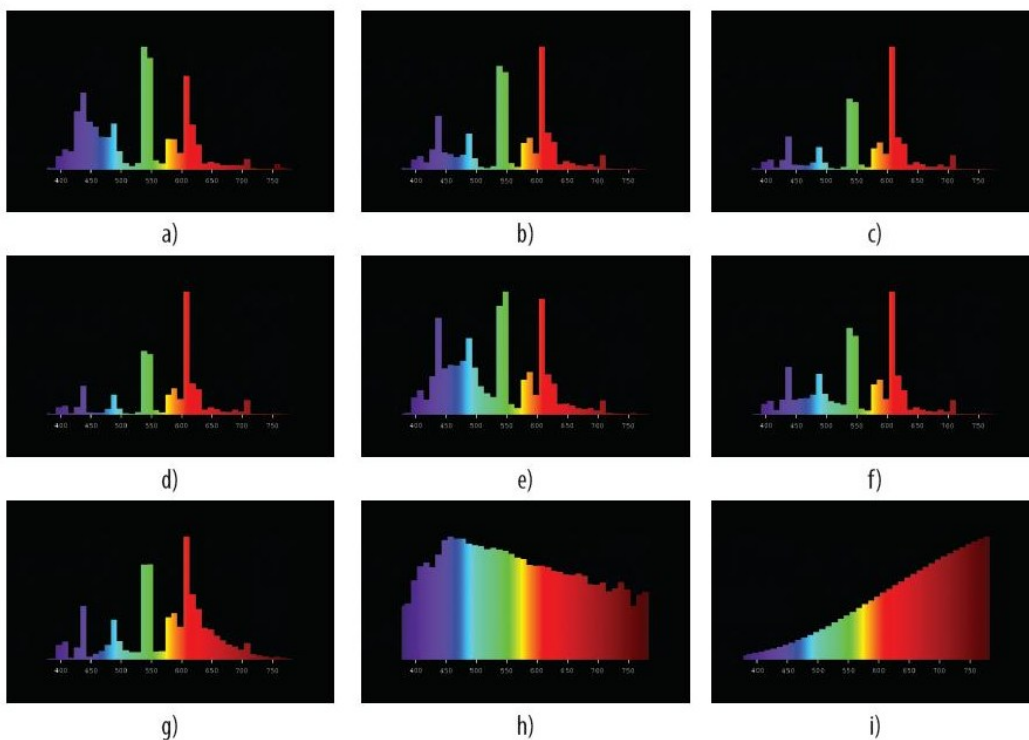




**obr. 1.2.5 Zářivka 80W 840  
CONSTANT**

**obr. 1.2.4 závislost světelného toku na teplotě prostředí**

1 – žárovka, která je použita v projektu T5 CONSTANT



- |  |  |
|--|--|
| a – žárovka 865 chladně bílá s třípásmovým luminoforem   | e – žárovka 965 chladně bílá (denní) de luxe |
| b – žárovka 840 neutrálně bílá s třípásmovým luminoforem | f – žárovka 940 neutrálně bílá de luxe       |
| c – žárovka 830 teple bílá s třípásmovým luminoforem     | g – žárovka 930 teple bílá de luxe           |
| d – žárovka 827 typu Interna s třípásmovým luminoforem   | h – denní světlo D65                         |
|  | i – běžná žárovka                            |

**obr. 1.2.5 spektrální složení vybraných druhů žárovek výrobce OSRAM:**

Označení: první číslo 8 – označení podání barev v desítkách 80-89  
následující dvojčíslí 65 – teplota chromatičnosti 6500 k

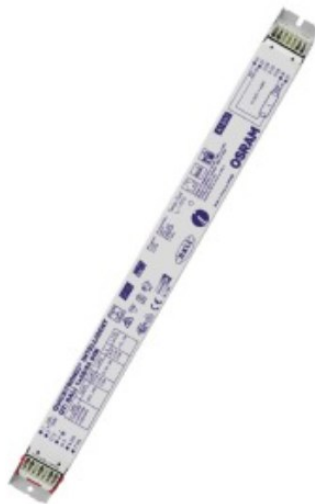
### ***1.2.2. Elektronický předřadník***

Elektronický předřadník nahrazuje u zářivek klasické předřadné přístroje, jako jsou tlumivka, startér a kondenzátor. Klasické tlumivky mají vyšší příkon, způsobují nepříjemné blikání kvůli frekvenci 50Hz a to může vést i k úrazu, pokud by se točil stroj stejně rychle, mohl by budít dojem, že stojí. Tlumivky navíc způsobují hluk. A pokud dojde k vysvícení zářivky, tak pořád dokola opakuje pokus o rozsvícení, dokud nedojde k spečení kontaktů startéru a trubice se začne přehřívat, což může vést i k požáru.

Z mých praktických zkušeností z údržby zářivek s klasickými předřadnými přístroji, elektronický předřadník odstraní to zdoluhavé zkoušení jestli je špatná zářivka nebo startér, tím ušetří čas i peníze za údržbu.

Elektronický předřadník výhody:

- nižší spotřeba a vyšší účinnost díky vysokofrekvenčnímu napájení
- tichý chod
- díky frekvencím 44 – 120 kHz ruší stroboskopický jev
- delší životnost zářivek díky optimálním podmínkám při startu (teplý start)
- nepřepaluje se, tzn. že, při vysvícení zářivkové trubice je automaticky odpojena od zdroje.
- automatická detekce chyb



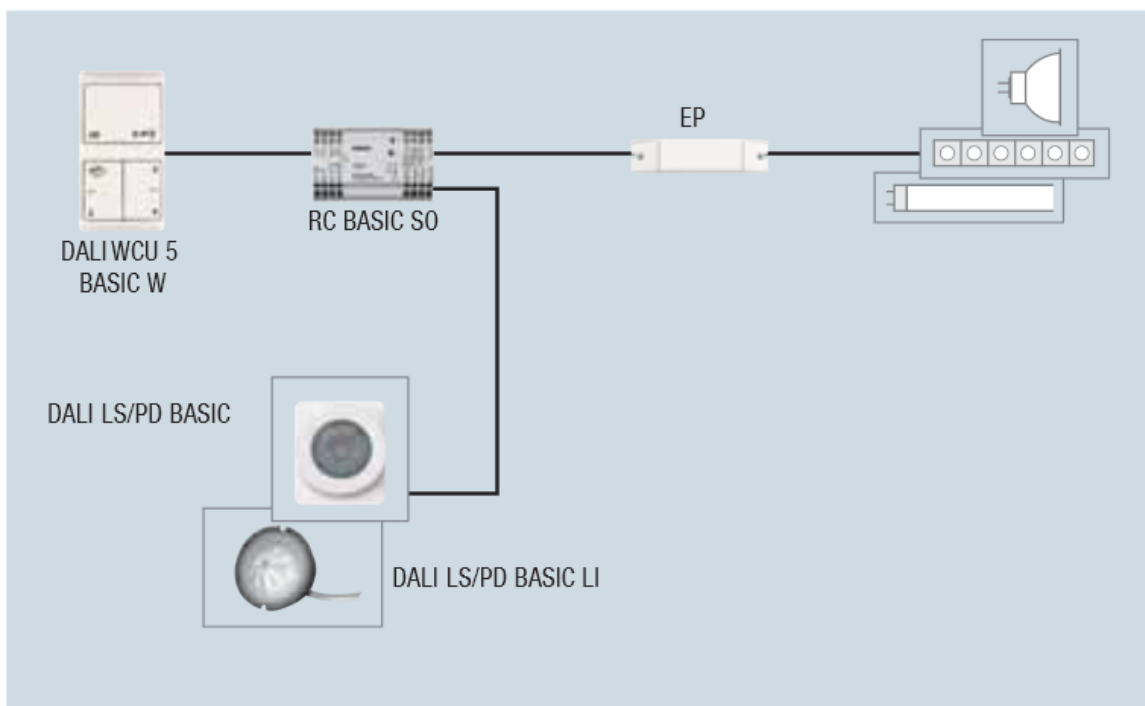
***obr. 1.2.7 EP QTI DALI 2x35/49/80 DIM 405300870441  
použitý v projektu***

### 1.2.3. Řízení osvětlení pomocí DALI BASIC

Jedná se o multifunkční řízení osvětlení. Je vhodný pro snadnou realizaci osvětlení s řízením s využitím regulace na denním světle.

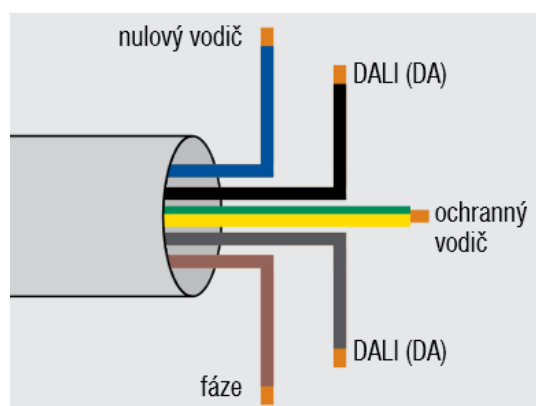
Řídící jednotka DALI RC BASIC SO může řídit až 64 předřadníků DALI a až 6 senzorů. Lze do ní instalovat 4 světelné scény a 4 skupiny. Rozdělení do skupin je variabilní a dá se kdykoliv změnit bez předělávání elektroinstalace. [6]

Programování je pomocí pětinasobného tlačítka nebo pomocí SoftWaru.

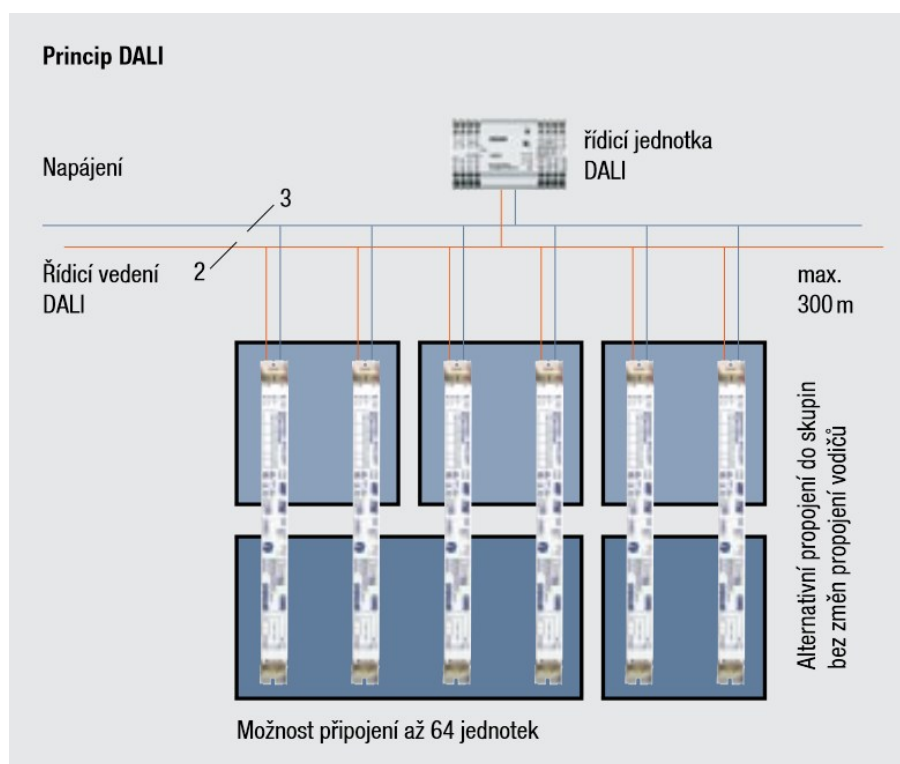


obr. 1.2.8 přehled systému DALI

Snadná instalace. Řídící vedení se může buď vést společně s napájením v pěti-žilovém kabelu, nebo se může nainstalovat až dodatečně v dvojlince. Díky variabilitě systému je možné kdykoliv měnit skupiny osvětlení aniž bychom museli měnit vedení. Pomocí řídící jednotky je jednoduše změnit. [6]



*obr. 1.2.9 kabel vedený ke svítidlům*



*obr. 1.2.10 zapojení DALI*

## 2. Svítidla:

### *Svítidlo obecně:*

Svítidlo je zařízení, které upravuje světelný tok vycházející ze světelného zdroje, nebo více zdrojů. Obsahuje veškeré elektronické součásti, jako je například zapalovač, tlumivka atd., které jsou potřeba k rozběhu světelného zdroje, dále slouží k připevnění a k ochraně těchto světelných zdrojů. Svítidlo nesmí teplotně ohrozit své okolí a musí mít jednoduchou montáž a údržbu. [2]

Svítidlo se skládá ze světelně činných, konstrukčních a elektrotechnických částí.

Světelné části slouží k usměrnění světelného toku, filtraci a omezení oslnění. Jedná se o reflektor, refraktor, rozptylovač a kombinovaný systém. [2]

Konstrukční části slouží k upevnění svítidla, světelného zdroje, světelně činných částí a k jejich ochraně (zabraňují například vniknutí prachu nebo cizích částí do svítidla).

Musí mít světelnou (žloutnutí, vybělení, tvoření trhlin atd.) a teplotní stálost. Materiály musí být odolné proti korozi.

Elektronické části přivádějí elektrickou energii ke světelným zdrojům a zajišťují nastartování a běh světelného zdroje. Patří zde objímky, předřadníky (induktivní nebo elektronický) a svorkovnice. [2]

Svítidlo by mělo mít hlavně velkou účinnost. Vztah pro účinnost svítidla je dle rovnice č. 2.1

$$\eta_{sv} = \frac{\Phi_{sv}}{\Phi_z} \quad (2.1)$$

kde:

$\eta_{sv}$  – účinnost svítidla [-]

$\Phi_{sv}$  – světelný tok svítidla [lm]

$\Phi_z$  – světelný tok všech zdrojů světla ve svítidle [lm]

Pro účely navrhnutí osvětlení v zadané hale se bude jednat o přímé, závěsné svítidlo, které patří do kategorie vnitřní, průmyslové.

Přímé svítidlo znamená, že svůj světelný tok z 80-100% směřuje dolů.

Svítidlo by mělo být vybaveno optikou s funkcí reflektoru, protože se tím nejlépe usměrňuje světelný tok z vysokých stropů.



*obr. 2.1 reflektor*

Využívá odrazení světla ze směrů, kde není třeba svítit a odráží je do požadovaného směru. Je tvořen vyleštěnou kovovou nebo pokovenou plochou (většinou čistý hliník s povrchovou úpravou zaručující až 98% odraznost). [3]

## **2.1. Stávající svítidla, použité pro osvětlení haly:**

### **2.1.1. Žárovkové svítidlo**



*obr. 2.1.1 žárovkové svítidlo*

Těchto svítidel je v hale dohromady 7 kusů. Jsou osazeny 200W žárovkami. Tyto svítidla jsou morálně i fyzicky zastaralá. Z obrázku je patrné, že nejsou udržovaná. Skleněný kryt, který by měl být čirý, je špinavý a neprůhledný. Tímto je účinnost tohoto svítidla snížena na minimum.

### 2.1.2. Výbojkové svítidlo



*obr. 2.1.2 výbojkové svítidlo*

Těchto svítidel je v hale dohromady 6 kusů. Jsou osazeny 400W vysokotlakými rtuťovými výbojkami. Z obrázku je patrné, že na svítidle není provedeno žádné krytovaní. Proto jsou světelně činné části tohoto svítidla zanesené a snižuje se tak účinnost svítidla.

### 2.1.3. Halogenové svítidlo



*obr. 2.1.3 halogenové svítidlo*

Těchto svítidel jsou v hale dva druhy. První je osazen 1000W halogenovou žárovkou a je ho 1 kus. Druhé je osazeno 500W halogenovou žárovkou a jsou ho 2 kusy.

Tyto svítidla jsou zakrytována a prachotěsná. Relativně čistá. Jejich problém spočívá v tom, že mají velký příkon a to, že se postupně přidávali na přisvícení pracovišť. Jejich společný příkon 2kW je 2/3 příkonu celé mnou navržené osvětlovací soustavy.



## 2.2. Navrhované svítidla, použité pro osvětlení haly:

### 2.2.1. Zářivkové svítidlo Modus MEGA



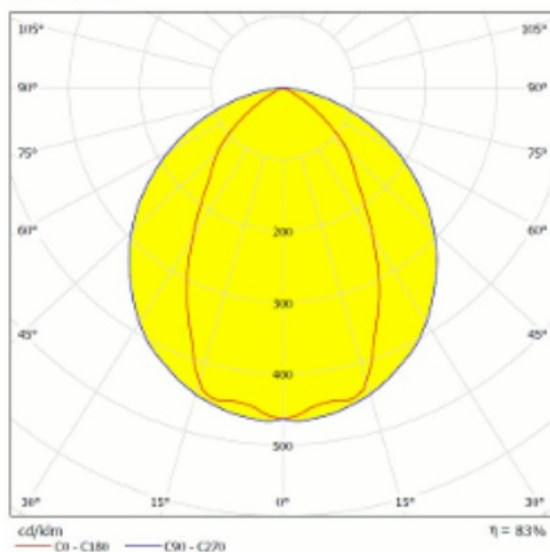
*obr. 2.2.1 Modus MEGA*

Jedná se o svítidlo od českého výrobce svítidel MODUS. Toto svítidlo je vytvořeno speciálně pro použití do vysokých hal. Účinnost tohoto svítidla je 89%. Osazen je 4x80W zářivky OSRAM FQ80 W840 HO CONSTANT.

Toto svítidlo má krytí IP 65. Toto krytí jsem zvolil z důvodu vysoké závislosti světelně činných částí na čistotě.

Katalogový list svítidla je v příloze I.

#### MEGA454



*obr. 2.2.2 křivka svítivosti*

### 3. Výpočtová metoda:

#### 3.1. Bodová metoda

Bodovou metodou se v určitém kontrolním místě stanoví světelně technické veličiny charakterizující svítící prvky. Jde o řešení přímé složky osvětlenosti pracovních rovin. Měřením ve více kontrolních místech, nám dodá přehlednější obraz měřených veličin a rovnoměrnosti v daném prostoru. [1]

Naměřené hodnoty odpovídají vždy jen hodnotám světelných toků, dopadajících ze světelných zdrojů přímo na osvětlenou plochu. [1]

Ve vnitřních prostorech se kontrolní body volí v místech zrakového úkolu, na srovnávací rovině nebo na pracovních rovinách. [1]

Bodová metoda vychází z rozměrů světelného zdroje blížícímu se nule. Proto u reálných svítidel dochází k chybě. Aby se tato chyba zmenšila, rozdělují se světelné zdroje na bodové, přímkové a plošné. [1]

Bodový zdroj - Svítící prvek, jehož největší rozměr je menší než jedna třetina vzdálenosti svítidla od nejbližšího kontrolního místa. To sníží chybu pod 10%, kdyby to bylo o jednu pětinu, tak chyba poklesne pod 5%. [1]

- Výhodné použití u vysokých hal pro výbojková svítidla.

Přímkový zdroj - Svítící prvek, jehož největší rozměr je roven nejméně jedné třetiny vzdálenosti od nejbližšího kontrolního místa a jeho ostatní rozměry jsou v porovnání s touto vzdáleností zanedbatelné. [1]

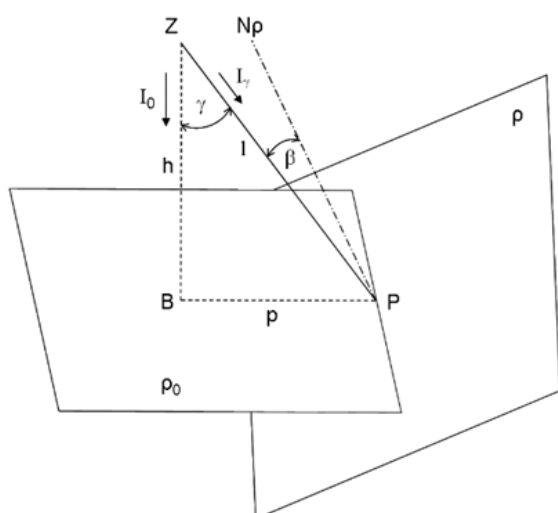
- Výhodné pro zářivkové osvětlení, kde jsou zářivky instalovány za sebou do řady.

Plošný zdroj - Dva jeho rozměry jsou rovny nejméně jedné třetině vzdálenosti středu zdroje od nejbližšího kontrolního místa a třetí rozměr je vůči této vzdálenosti zanedbatelný.

- Výhodné pro obdélníková svítidla na čtyři zářivky. [1]

Bodová metoda vychází z čtvercového zákona (kde intenzita osvětlení klesá v daném bodě s rostoucí vzdáleností světelného zdroje od tohoto bodu) a kosinového zákona (kde osvětlenost se vzrůstajícím úhlem  $\beta$  klesá). [2,3]

$$E = \frac{I_v \cdot \cos \beta}{l^2} = \frac{I_v \cdot \cos \beta}{h^2 + p^2} \quad (3.1)$$



kde:

$I_\gamma$  – svítivost

$\beta$  – úhel, který svírá dopadající paprsek s normálou plochy

$l$  – vzdálenost světelného zdroje od plochy

$h$  – výška zavěšení světelného zdroje  $Z$ , nad rovinou  $\rho_0$  proloženou bodem  $P$  kolmo ke směru vztažné svítivosti  $I_0$

$p$  – vzdálenost bodu  $P$  od paty  $B$  kolmice spuštěné ze zdroje  $Z$  na rovinu  $\rho_0$

**Vlastní zpracování projektu**

## B. Rozbor stávajícího stavu elektrické instalace:

### 1. Vstupní informace:

#### *Popis objektu:*

##### **Parametry:**

výška 7,2 m

šířka 12 m

délka 18 m

Panelová stavba. Okna ve dvou řadách po 16-ti těsně nad sebou z obou delších stran. Okna jsou z polykarbonátu. Stěny a strop jsou natřeny na bílo. Podlaha betonová.

Hala se nachází v areálu dolu ČSM SEVER ve Stonavě.

Hala slouží k opracovávání kovů a výrobě částí důlních ventilátorů. Jde především o svařování, broušení, vrtání a soustružení.

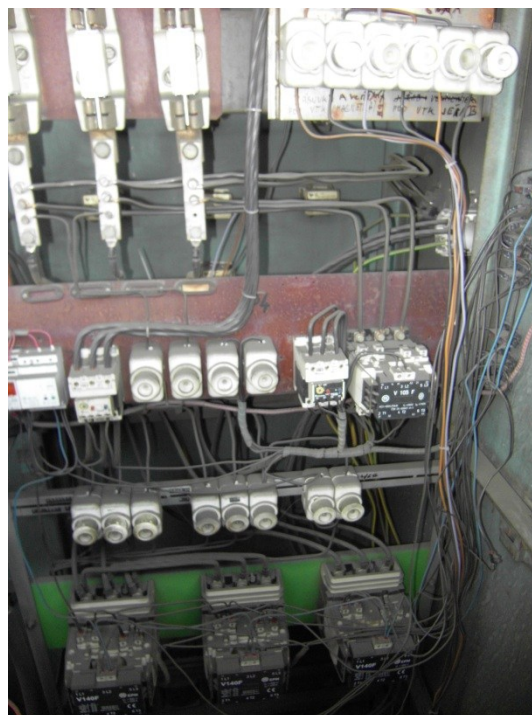
Jedná se o prostor NORMÁLNÍ. Protokol o vnějších vlivech č.001 je v příloze C.

### 2. Stávající stav elektroinstalace:

Stávající elektroinstalace je v sítích IT 500V AC 50Hz, která se používá pro zkoušení důlních ventilátorů. Tato síť se transformuje, pomocí transformátoru, který je umístěn v rozváděči R4, na síť TN-C 400V AC 50Hz.

Ve stávající elektroinstalaci jsou dva přívody. Jeden je z hlavní rozvodny z rozváděče RM1 3.pole a je to kabel, který vede v zemi v kabelovém kanálu, s označením B518.1 CYKY B 3x95 + zemnicí pásek FeZn 30x5 v délce 180 metrů. Jde o přívod ze sítě IT 500 V AC 50Hz. Vede do rozváděče R4 v hale VTK. Tento přívod jsem v novém projektu zachoval, protože je renovován v roce 2006 a výměna je zbytečná.

Druhý přívod je veden z rozvodny v teplárně. Vede z rozváděče RM1 a je to kabel AYKY 4Bx25. Jde o přívod ze sítě TN-C 400V AC 50Hz. Vede do rozváděče RS1 a z něj do rozváděče RS2, který se nachází v hale VTK. Tento přívod i rozváděč jsem zrušil, protože se jedná



o hliníkový kabel a přebytečný rozváděč. V novém projektu jsem s nimi neuvažoval. První přívod stačí na celou halu VTK.

Stávající rozváděče jsou nepřehledné, z důvodu postupného přidávání okruhů. Jsou v nich použity zastaralé elektrické přístroje. Zásuvky a osvětlení jsou v síti TN-C, co již není dle aktuálních norem možné.

Ze stávající elektroinstalace jsem zachoval transformátor 500V/400V. A tři CYKY přívody k obráběcím strojům. Tyto stroje jsou několik desítek let staré a mají své vlastní rozváděče, ve kterých se počítá se čtyř žilovým přívodem. Do prvního vede kabel CYKY B 4x35, do druhého a třetího vede shodně kabel CYKY B 4x10. Dle normy tyto kabely vyhovují (PEN vodič musí mít průřez minimálně 10 v mědi).

### 3. Stávající stav osvětlení:

Osvětlovací soustava se skládá ze 6-ti kusů výbojkových reflektorů, které jsou umístěny na stropě a 7-mi kusů žárovkových svítidel na stěnách. Světelné zdroje jsou 6x400W vysokotlaké rtuťové výbojky a 7x200W klasické žárovky. Pro místní osvětlení míst zrakových úkolů jsou použity 3 halogenové svítidla, světelný zdroj 1x1000W halogenová žárovka a 2x500W halogenová žárovka.

Příkon osvětlovací soustavy je 6,4 kW. A to hlavně z důvodů, že světelné zdroje byly přidávány postupně podle potřeby.

Stávající osvětlení jsem změřil a vypracoval o něm protokol, který je uveden v příloze E.

#### Výsledky měření:

	veličina	naměřené hodnoty	naměřené hodnoty s nejistotou měření 10%	požadavek dle ČSN EN 12464-1	porovnání
celkové osvětlení místnosti	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	<b>196,7</b>	177-216	> 300 lx	$\bar{E}_m$ nesplněno
	rovnoměrnost osvětlení $r$ (-)	<b>0,305</b>	0,275-0,336	> 0,6	$r$ nesplněno
místo zrakového úkolu (svářečský stůl)	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	<b>183,3</b>	165-201,7	> 300 lx	$\bar{E}_m$ nesplněno
	rovnoměrnost osvětlení $r$ (-)	<b>0,655</b>	0,59-0,72	> 0,6	$r$ splněno

místo zrakového úvalu (soustruh)	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	<b>791,4</b>	712,2-870,6	> 500 lx	$\bar{E}_m$ splněno
	rovnoměrnost osvětlení r (-)	<b>0,758</b>	0,682-0,84	> 0,6	r splněno
místo zrakového úvalu (vrtačka)	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	<b>117,2</b>	105,5-128,9	> 300 lx	$\bar{E}_m$ nesplněno
	rovnoměrnost osvětlení r (-)	<b>0,853</b>	0,768-0,939	> 0,6	r splněno
místo zrakového úvalu (fréza)	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	<b>162,1</b>	145,86- 178,27	> 300 lx	$\bar{E}_m$ nesplněno
	rovnoměrnost osvětlení r (-)	<b>0,617</b>	0,555-0,679	> 0,6	r splněno

### Vyhodnocení:

Z porovnání zjištěných hodnot umělého osvětlení plochy provozní haly a míst zrakových úvalů (vrtačka, fréza, svářečský stůl a soustruh) s normativními požadavky normy ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory vyplývá:

- Zjištěné průměrné udržované hodnoty osvětleností plochy a místa zrakového úvalu jsou **nedostatečné** a nevyhovují normě.
- Rovnoměrnost celého prostoru je 0,3 což **nevyhovuje**.  
Rovnoměrnost místa zrakového úvalu (svářečský stůl) je 0,655, což **vyhovuje**.  
Rovnoměrnost místa zrakového úvalu (soustruh) je 0,758 což **prokazatelně vyhovuje**.  
Rovnoměrnost místa zrakového úvalu (vrtačka) je 0,853 což **prokazatelně vyhovuje**.  
Rovnoměrnost místa zrakového úvalu (fréza) je 0,617 což **vyhovuje**.
- Index podání barev použitých zdrojů je dle katalogových hodnot výrobce u výbojek 60, což **nevyhovuje** a u žárovek je 100, což **vyhovuje**.
- Subjektivním posouzením a rovněž z výběru a konstrukce svítidel vyplývá, že měřená osvětlovací soustava neoslňuje.

## C. Návrh osvětlovací soustavy:

### 1. Výchozí normy:

ČSN EN 12464-1 – Osvětlení pracovních prostorů, vnitřní pracovní prostory

ČSN 73 05 80-1 – Základní požadavky na denní osvětlení

ČSN 73 05 80-4 – Denní osvětlení průmyslových budov

ČSN 33 2000-5-51 ed.3 – Výběr a stavba elektrických zařízení, všeobecné předpisy

ČSN 33 2000-4-41 ed.2 – Elektrické instalace nízkého napětí

### 2. Světelná část:

**Požadavky na osvětlení jsou určeny:**

- zrakovou pohodou, když se pracovník dobře cítí, tak podává efektivnější výkon
- zrakovým výkonem, když je pracovník schopný vykonávat zrakový úkol v obtížných podmínkách a během dlouhé doby,
- bezpečností.

**Zrakový výkon a zraková pohoda jsou určeny těmito parametry:**

- osvětleností na pracovní rovině v místě zrakového úkolu
- úrovní oslnění
- rozložením jasu
- chromatičností světla

**Požadavky na osvětlení v zadané hale dle normy ČSN EN 12464-1:**

	Em	UGR	Ra
	[lx]	[-]	[-]
Druh úkolu nebo činnosti			
2.13.3 svařování	300	25	60 (80)
2.13.4 hrubé a střední strojní opracování, tolerance $\geq 0,1$ mm	300	22	60 (80)
2.13.5 jemné strojní opracování, broušení, tolerance $< 0,1$ mm	500	19	60 (80)

Index podání barev musí být v místech s trvalým pobytem osob, tj. delší než čtyři hodiny denně, musí být minimálně **80**.



## 2.1 Výpočet osvětlení pomocí zářivek:

K výpočtu osvětlení jsem použil výpočtový program DIALUX. Kompletní protokol o umělém osvětlení je v příloze F.

Zvolené hodnoty:

### **Činitel údržby: 0.50**

- z důvodu špinavého prostředí, neudržování povrchů stěn a svítidel

Hlavní osvětlenost byla vypočtena na **300 lx**.

- z důvodu broušení dílů po celé hale

Srovnávací rovina byla zvolena ve výšce **0,85m** a 1m od okrajů stěn.

- výška zhruba odpovídá výšce, ve které se brousí

**V hale byly určeny 4 pracovní roviny, pro které musí být splněno:**

**1. Svářečský stůl**, minimální osvětlenost dle normy ČSN EN 12464-1 je  $E_m=300\text{lx}$  a činitel oslnění maximálně  $U_{GR}=25$ .

**2. Vrtačka**, minimální osvětlenost dle normy ČSN EN 12464-1 je  $E_m=300\text{lx}$  a činitel oslnění maximálně  $U_{GR}=22$ .

**3. Fréza**, minimální osvětlenost dle normy ČSN EN 12464-1 je  $E_m=300\text{lx}$  a činitel oslnění maximálně  $U_{GR}=22$ .

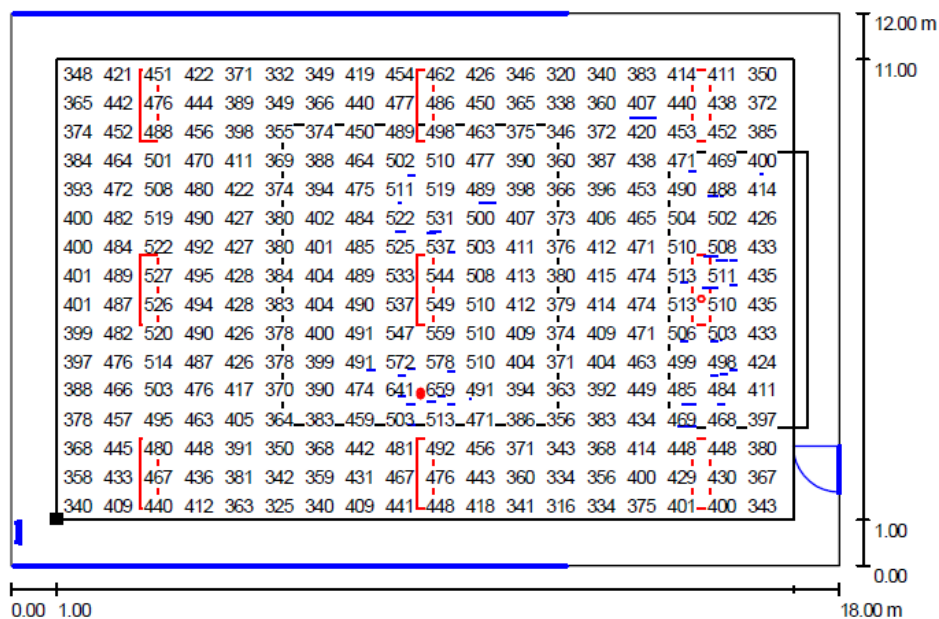
**4. Soustruh**, minimální osvětlenost dle normy ČSN EN 12464-1 je  $E_m=500\text{lx}$  a činitel oslnění maximálně  $U_{GR}=19$ .

3D pohled:



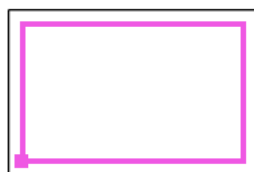
## Příklad vypočtené plochy:

### Srovnávací rovina:



Nelze zobrazit všechny vypočtené hodnoty.

Poloha plochy v místnosti:  
Pracovní rovina s 1.000 m Okrajová  
zóna



Rastr: 128 x 128 Body

$E_m$  [lx]  
433

$E_{min}$  [lx]  
286

$E_{max}$  [lx]  
717

$E_{min} / E_m$   
0.659

$E_{min} / E_{max}$   
0.399

### Vypočtené hodnoty:

	veličina	vypočtené hodnoty	požadavek dle ČSN EN 12464-1	porovnání
celkové osvětlení místnosti	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	433	> 300 lx	$\bar{E}_m$ splněno
	rovnoměrnost osvětlení $r$ (-)	0,659	> 0,6	$r$ splněno

místo zrkového úkolu (svářečský stůl)	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	416	> 300 lx	$\bar{E}_m$ splněno
	rovnoměrnost osvětlení $r$ (-)	0,709	> 0,6	$r$ splněno
místo zrkového úkolu (soustruh)	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	702	> 500 lx	$\bar{E}_m$ splněno
	rovnoměrnost osvětlení $r$ (-)	0,949	> 0,6	$r$ splněno
místo zrkového úkolu (vrtačka)	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	379	> 300 lx	$\bar{E}_m$ splněno
	rovnoměrnost osvětlení $r$ (-)	0,605	> 0,6	$r$ splněno
místo zrkového úkolu (fréza)	udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	383	> 300 lx	$\bar{E}_m$ splněno
	rovnoměrnost osvětlení $r$ (-)	0,829	> 0,6	$r$ splněno

### Vyhodnocení:

Z porovnání zjištěných hodnot umělého osvětlení plochy provozní haly a míst zrkových úkolů (vrtačka, fréza, svářečský stůl a soustruh) s normativními požadavky normy ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory vyplývá:

- zjištěné průměrné udržované hodnoty osvětleností plochy a místa zrkového úkolu jsou **prokazatelně dostačující** a vyhovují normě.
- Rovnoměrnost celého prostoru je 0,659 což **vyhovuje**.  
Rovnoměrnost místa zrkového úkolu (svářečský stůl) je 0,709, což **prokazatelně vyhovuje**.  
Rovnoměrnost místa zrkového úkolu (soustruh) je 0,949 což **prokazatelně vyhovuje**.  
Rovnoměrnost místa zrkového úkolu (vrtačka) je 0,605 což **prokazatelně vyhovuje**.  
Rovnoměrnost místa zrkového úkolu (fréza) je 0,829 což **prokazatelně vyhovuje**.
- Index podání barev použitých zdrojů je dle katalogových hodnot 80-89 což **prokazatelně vyhovuje**.
- Podle výpočtů osvětlovací soustava neoslňuje.

## 2.2 Energetické vyhodnocení osvětlení pomocí zářivek:

Cena za kWh	3,50,- Kč
Denní provoz soustavy	16h
Roční provoz	260dní => 4160h

### 2.2.1 Stávající soustava

- příkon 6,4kW
- nesplňuje požadavky norem
- roční náklady na elektrickou energii:

$$4160 * 6,4 * 3,5 = 93\,184, -Kč$$

### 2.2.2 Navrhovaná soustava bez stmívání

- příkon 2,97kW
- V projektu je použito 9 svítidel MEGA
- Samostatné svítidlo má příkon: 10 W + Příkon světelných zdrojů 4 x 80W

$$P_{celk} = 9 \cdot (10 + 4 \cdot 80)$$
$$P_{celk} = 2,97\,kW$$

- pořizovací náklady 65 000,- Kč
- roční náklady na elektrickou energii:

$$4160 * 2,97 * 3,5 = 43\,243, -Kč$$

### 2.2.3 Úspora a návratnost

- roční úspora:

$$93\,184 - 43\,243 = 49\,941, -Kč$$

- návratnost investice:

$$65\,000 / 49\,941 = \underline{1,3\,let}$$

### 2.2.4 Navrhovaná soustava se stmíváním

V provozní hale VTK se pracuje na dvě směny. Ranní směna začíná v 6:00 a končí se odpolední směnou v 22:00. Takže osvětlovací soustava nesvítí přes noc. Proto jsem navrhl k tomuto osvětlení automatické stmívání, které vede k dalším energetickým úsporám. Podle protokolu s vypočtením denního osvětlení jsem odhadl průměrnou úroveň stmívání na 60%.

- příkon 1,49kW

$$P_{celk} = 2,97 \cdot 0,60 = 1,78 \text{ kW}$$

- pořizovací náklady osvětlovací soustavy 65 000,- Kč

- pořizovací náklady komponentů pro stmívání 20 000,- Kč

- řídicí jednotka 15 384,- Kč, čidlo osvětlení 3 024,- Kč, vypínač 806,- Kč

- roční náklady na elektrickou energii:

$$4160 \cdot 1,78 \cdot 3,5 = 25\,917, -\text{Kč}$$

### 2.2.5 Úspora a návratnost

- roční úspora oproti nestmívatelné soustavě:

$$43\,243 - 25\,917 = 17\,326, -\text{Kč}$$

- návratnost investice do stmívání :

$$20\,000 / 17\,326 = \underline{1,15 \text{ let}}$$

## D. Návrh nové elektroinstalace:

Novou instalaci jsem vypracoval v programu Eplan P8 1.8.6. Kompletní návrh elektroinstalace je součástí příloh (**příloha B, příloha D**). A ochranné zařízení a přívody jsem dimenzoval ve výpočtovém programu OEZ Sichr. Výpočty z programu jsou v **příloze H**.

Z hlavní rozvodny HL.R. vede v zemi v kabelovém kanálu stávající přívod CYKY 3x95 s zemnicím páskem FeZn 30x5 do rozváděče R4, který je v hale VTK. Jedná se o síť IT 500V AC 50Hz.

Z této soustavy jsem vyvedl dvě ovladatelné zásuvky na 500V, které slouží pro zkoušení důlních ventilátorů. V příloze D ve výkresu č.6 je zapojení ovládání těchto zásuvek. Tyto zásuvky jsou určeny pouze na zkoušení důlních ventilátorů. Jedná se o to, že pokud je asynchronní motor ve ventilátoru špatně složen, má špatné ložiska, nebo konstruktér nedodržení míry stanovených v protokolu, tak se začnou hřát ložiska. Na předním i zadním ložisku a ve statorovém vinutí jsou zabudovány bimetalové čidla, které jsou vzájemně zapojeny do série. Na ložiskách vypínají čidla při teplotě větší než 90°C a ve statorovém vinutí při teplotě vyšší než 120°C. Proto je třeba, aby zásuvka ztratila napětí, pokud vypne kterýkoliv čidlo a znovu sama nenaběhla.

K indikaci napětí a proudu slouží přístroj SMZ 33, který zaznamenává hodnoty testu.

Síť IT 500V AC 50Hz se transformuje pomocí stávajícího transformátoru 500V/400V, který je umístěn v rozváděči na síť TN-C 400V AC 50Hz. V této síti jsou instalovány tři kusy obráběcích strojů. Kde každý z nich má svůj vlastní rozváděč, do kterých jsou vedeny stávající přívodní kabely CYKY B.

Dále rozdělují PEN vodič na PE a N na síť TN-S 400V AC 50Hz. Vyvedl jsem vývody pro světla (v příloze D ve výkresu 05). Kvůli elektronickým předřadníkům není možné svítidla připojit přes proudový chránič. Řídící jednotku s tlačítkem a čidlem osvětlenosti jde připojit kdykoliv po rozhodnutí investora, že chce stmívat. Pokud se proto rozhodne hned, je možné vést ke světlům pěti-žilový kabel, kdy dva dráty budou řídicí vedení. Pokud až po nainstalování osvětlovací soustavy, tak se natáhne dvou-žilový kabel ke svítidlům, který bude veden ve stejné kabelové trase jako napájecí kabel.

Všechny ostatní vývody (zásuvkové obvody 3 fázové a 1 fázové) jsou vedeny přes proudový chránič.

## **1. Celkové náklady na novou elektroinstalaci:**

Kompletní přehled cen instalovaných součástí je v **příloze A**.

<b>Náklady na elektroinstalaci</b>	<b>92 363,- Kč</b>
<b>Náklady na osvětlení se stmíváním</b>	<b>82 971,- Kč</b>
<b>Náklady na osvětlení bez stmívání</b>	<b>63 757,- Kč</b>
<b>Náklady na kabeláž</b>	<b>16 604,- Kč</b>
<b>Celkové náklady</b>	<b>191 938,- Kč</b>



## E. Závěr:

Díky této práci jsem si vyzkoušel práci projektanta. Kdy jsem chodil osobně navštěvovat zadanou halu, hovořil s investorem, dodavateli a podobně.

Vyzkoušel jsem si měření osvětlení s luxmetrem, kdy jsem šel v 22:00 do zadané haly a měřil stávající umělé osvětlení. Na základě protokolu, který jsem vypracoval z výsledků měření, kdy ve výsledku stávající osvětlovací soustava již nesplňuje normy a je fyzicky i morálně zastaralá, jsem navrhl novou osvětlovací soustavu.

V mé práci jsem navrhl celkové osvětlení haly VTK pomocí zářivek se stmíváním. Jedná se podle mě o velice výhodnou investici, kdy investor ušetří na elektrické energii 70 000,- ročně. Jde o to, že první investice je poměrně nákladná a mnohé to odradí. Snažil jsem se dokázat, že investovat do stmívání je velice výhodný a návratný business. Vypočítal jsem, že při investování 20 000,- do stmívání, se do roku a měsíce vrátí náklady a pak už to bude jen šetřit, tedy vydělávat. Investor zatím neuvažuje o stmívání, ale do budoucna s ním počítá, proto jsem navrhl velice variabilní stmívací soustavu pomocí DALI, která se dá nainstalovat kdykoliv po nainstalování osvětlovací soustavy bez větších zásahu do elektroinstalace, jediné co musí být splněno je, že svítidla budou vybavena navrhovaným elektronickým předradníkem.

Potom jsem navrhl rekonstrukci elektroinstalace, kdy jsem zpřehlednil rozváděč, instaloval nové elektronické součásti a snažil se navrhovat, tak aby to bylo praktické a bezpečné.

Navrhoval jsem obvody dle požadavků investora a svých zkušeností s prací ve firmě. Navrhl jsem zásuvky pro zkoušení důlních ventilátorů, které se automaticky vypnou při jakékoliv chybě ve ventilátoru. Ze zkušeností z práce ve firmě vím, že pokud je nějaká chyba ve ventilátoru, tak se to vždy projeví na teplotách ložisek asynchronního motoru. Jedna ze zásuvek slouží k zaznamenávání proudu a napětí. Jedna proto, protože z 90% se využívá pouze jedna zásuvka pro zkoušení ventilátorů. Jen jeden typ ventilátoru má dva motory, a tam se to bude řešit tak, že obsluha zaznamená velikost proudu z ampérmetru, který měří druhou fázi, popřípadě proud změří klešťovým ampérmetrem.

Ve firmě Ostaz s.r.o. jsem si vyzkoušel rozebírat asynchronní motory. Naučil jsem se určovat chyby motoru, dokazovat proč motor havaroval, příčiny havárie z jejích následků. Dále jsem se naučil skládat asynchronní motory s výkonem až 55kW v nevýbušném provedení a důlní ventilátory, které firma vyrábí. Při tom se naučil velké zodpovědnosti při montáži. Získal jsem spoustu užitečných zkušeností a rad k nezaplacení. A s praxí ve firmě jsem nad míru spokojen.

V této práci jsem kladl důraz na splnění cílů investora a bakalářské práce. Věřím, že jsem dosáhl splnění všech těchto cílů.

Za několik let se bude moct pokračovat na mojí práci, respektive na osvětlování vnitřních pracovních prostor a to pomocí LED trubic a o něco později kdy se vyvinou indukční světelné zdroje do takového stádia, že se budou moct dát aplikovat do průmyslových hal.

## Seznam použité literatury:

### Knižní zdroje:

- [1] **Jiří Habel a kolektiv** – *Světlo a osvětlování, Světelná technika a osvětlování*
- [2] **Karel Sokanský a kolektiv** – *Světelná technika*

### Internetové zdroje:

- [3] **Karel Sokanský a kolektiv** – *Základy světelné techniky [dne 24.2.2013]*  
[http://feil.vsb.cz/kat410/studium/studijni\\_materialy/vuee/VUEE\\_Zaklady\\_svetelne\\_techiky.pdf](http://feil.vsb.cz/kat410/studium/studijni_materialy/vuee/VUEE_Zaklady_svetelne_techiky.pdf)
- [4] **Ing. Vladimír Dvořáček** - *Světelné zdroje – lineární zářivky [dne 25.2.2013]*  
<http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37032.pdf>

### Normy:

- [5] **ČSN EN 12464-1** – Osvětlování vnitřních, pracovních prostor

### Katalogy:

- [6] **OSRAM** – kompletní katalog datovaný pro rok 2013

## **Seznam příloh:**

**Příloha A** – Technická zpráva

**Příloha B** – Výkresová dokumentace

**Příloha C** – Protokol o určení vnějších vlivů

**Příloha D** – Elektroinstalace VTK

**Příloha E** – Měření stávajícího stavu osvětlení

**Příloha F** – Osvětlení pomocí zářivek

**Příloha G** – Denní osvětlení haly

**Příloha H** – Výpočet jisticích prvků a kabelů

**Příloha I** – Katalogový list svítidel a světelných zdrojů